

本节内容

# 算术逻辑 单元

电路基本原理  
&加法器设计

王道考研/CSKAOYAN.COM

1

本节总览

算数逻辑单元

作用、大致原理

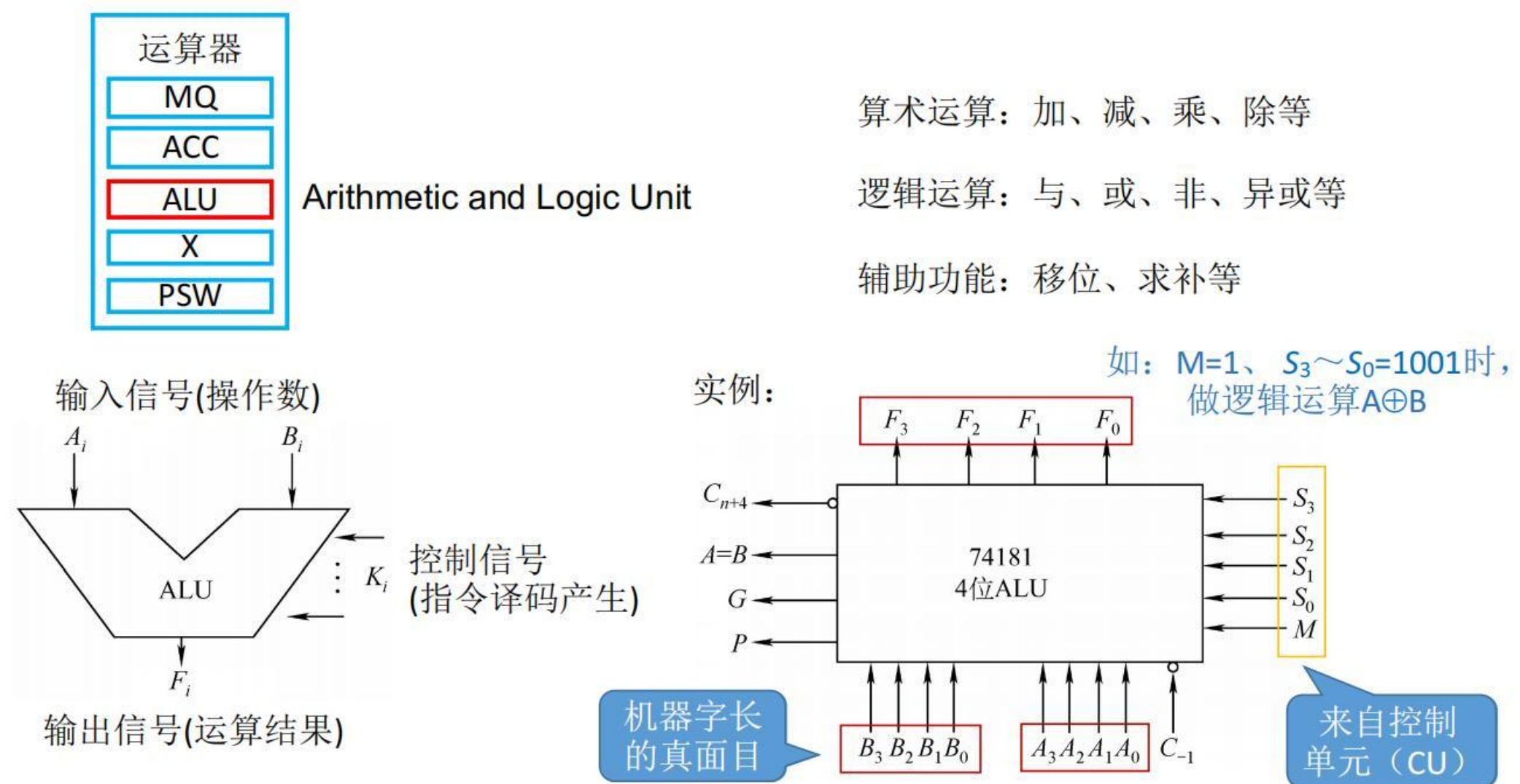
电路基础知识

加法器的实现

王道考研/CSKAOYAN.COM

2

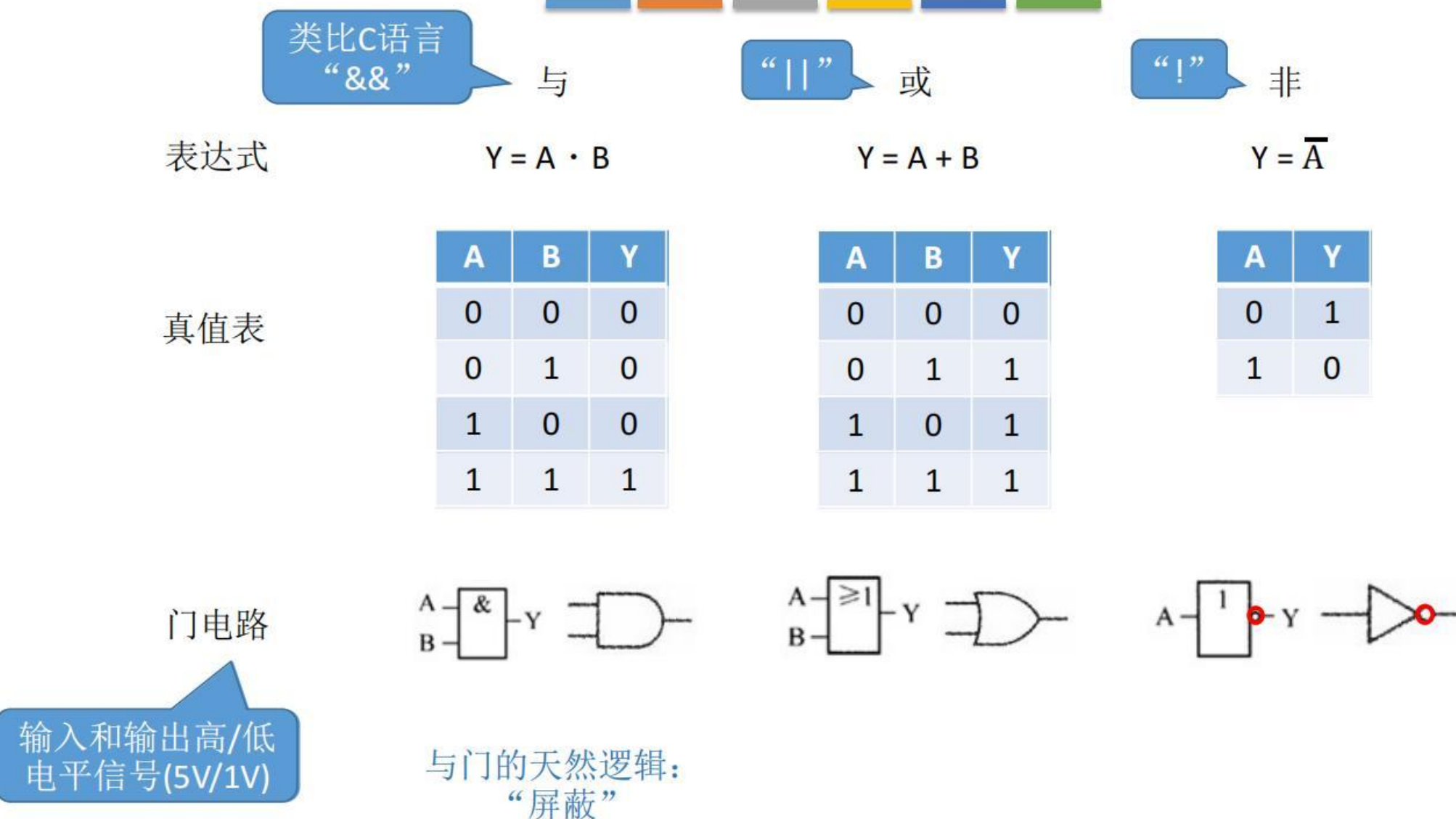
## 算术逻辑单元 (ALU)



王道考研/CSKAOYAN.COM

3

## 最基本的逻辑运算



王道考研/CSKAOYAN.COM

4



## 最基本的逻辑运算

类比C语言  
“&&”

与

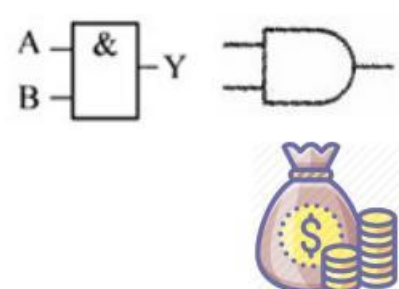
表达式

$$Y = A \cdot B$$

真值表

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

门电路

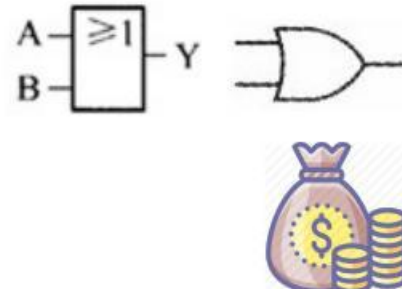


“||”

或

$$Y = A + B$$

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

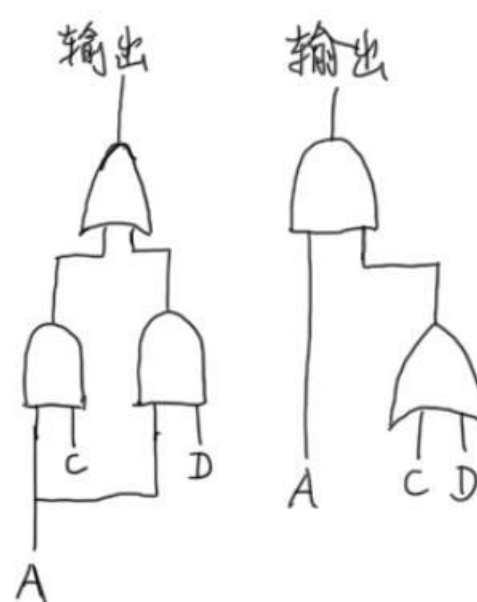


优先级：与>或  
(类比乘法、加法)

Eg:  $AB+CD$  先算与再算或

$A(C+D) = AC+AD$  ——分配律  
 $ABC=A(BC)$  ——结合律  
 $A+B+C=A+(B+C)$  ——结合律

Eg: 实现  $AC+AD$



有何意义？

Tips: 本质上  
逻辑表达式是  
对电路的数学  
化描述，简化  
逻辑表达式，  
就是在简化电  
路，就是在省  
钱。

王道考研/CSKAOYAN.COM

5

## 复合逻辑

离散数学  
德摩根律

反演律:

$$\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

$$\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$

表达式

与非

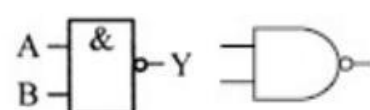
$$Y = \overline{A \cdot B}$$

$$\overline{A} + \overline{B}$$

真值表

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

电路符号

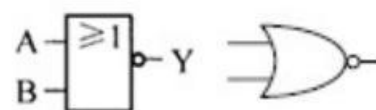


或非

$$Y = \overline{A+B}$$

$$\overline{A} \cdot \overline{B}$$

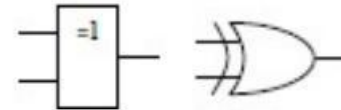
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



异或

$$Y = A \oplus B$$

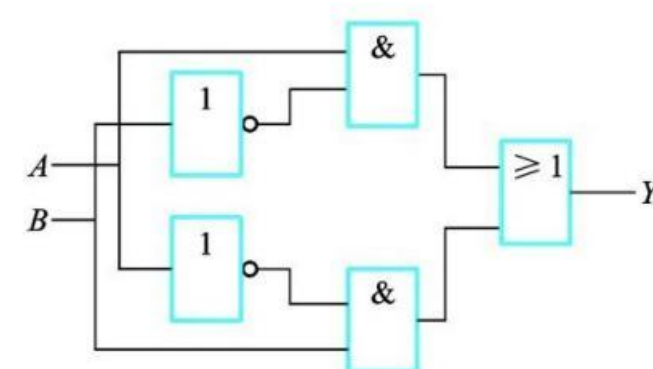
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



A和B不同

→  $A=0$  且  $B=1$  或  $A=1$  且  $B=0$

→  $\overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$



异或门可用与、  
或、非 组合实现

王道考研/CSKAOYAN.COM

6



反演律:  
 $\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$   
 $\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$

表达式  
 $Y = \overline{A \cdot B}$   
 $\overline{A+B}$

真值表  

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

电路符号

复合逻辑

或非  
 $Y = \overline{A+B}$   
 $\overline{A} \cdot \overline{B}$

真值表  

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

电路符号

异或  
 $Y = A \oplus B$

真值表  

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

电路符号  
  
异或的天然逻辑  
“加法”  
“奇偶校验”

同或  
 $Y = A \odot B$

真值表  

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

电路符号

王道考研/CSKAOYAN.COM

7

回忆：奇偶校验码

【例2-3】给出两个编码1001101和1010111的奇校验码和偶校验码。

设最高位为校验位，余7位是信息位，则对应的奇偶校验码为：

奇校验：     11001101           01010111

偶校验：     01001101           11010111

偶校验的硬件实现：各信息进行异或（模2加）运算，得到的结果即为偶校验位

⊕：异或（模2加）

求偶校验位：

1⊕0⊕0⊕0⊕1⊕1⊕0⊕1=0

1⊕0⊕1⊕0⊕0⊕1⊕1⊕1=1

进行偶校验（所有位进行异或，若结果为1说明出错）：

0⊕1⊕0⊕0⊕0⊕1⊕1⊕0⊕1=0

1⊕1⊕0⊕0⊕1⊕0⊕0⊕1⊕1⊕0=1

我和你相爱在网络里  
爱来爱去都变成回忆

王道考研/CSKAOYAN.COM

8



## 用门电路求偶校验位

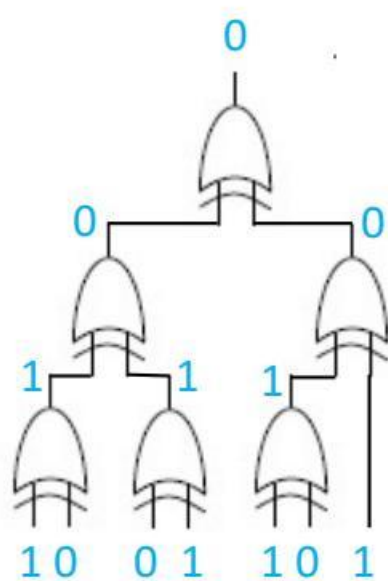
异或

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

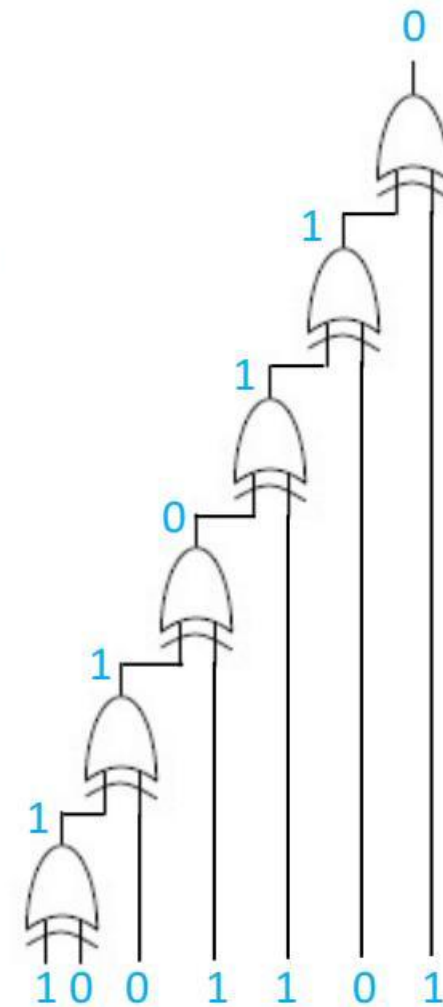
异或的天然逻辑  
“加法”  
“奇偶校验”

求偶校验位：  
 $1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$

$((1 \oplus 0) \oplus (0 \oplus 1)) \oplus ((1 \oplus 0) \oplus 1) = 0$



$(((((1 \oplus 0) \oplus 0) \oplus 1) \oplus 1) \oplus 0) \oplus 1) = 0$



逻辑表达式  
是对电路的  
数学化描述



王道考研/CSKAOYAN.COM

9

## 一位全加器

$$\begin{array}{r} 10010111 \\ + 10011110 \\ \hline 00110101 \end{array}$$

$A_i$

$B_i$

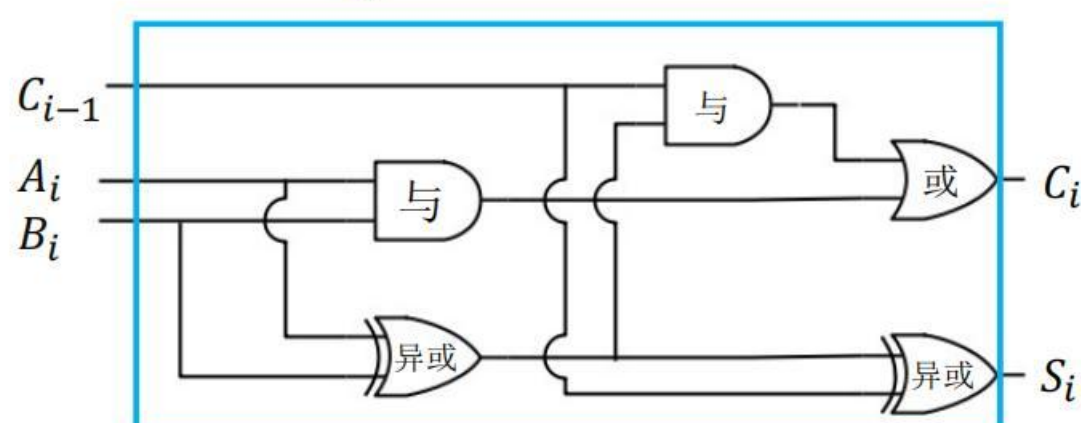
$C_{i-1}$

$S_i$

来自低位的进位

本位的和

类比：函数的实现



输入

$A_i$

$B_i$

$C_{i-1}$

输出

$S_i$ ：输入中有奇数个1时为1(异或)  
 $S_i = A_i \oplus B_i \oplus C_{i-1}$

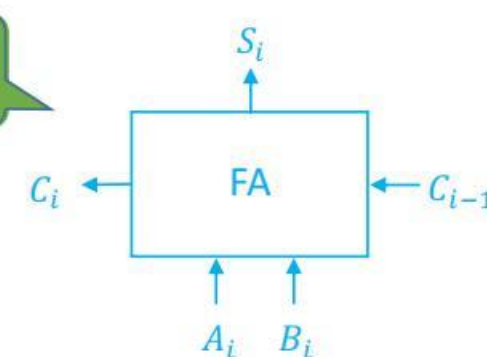
向高位的进位

$C_i$ ：输入中至少2个1  
 $C_i = A_i B_i + (A_i \oplus B_i) C_{i-1}$

两个本位都为1

两个本位中有一个1，且来自低位的进位是1

类比：函数对外暴露的接口

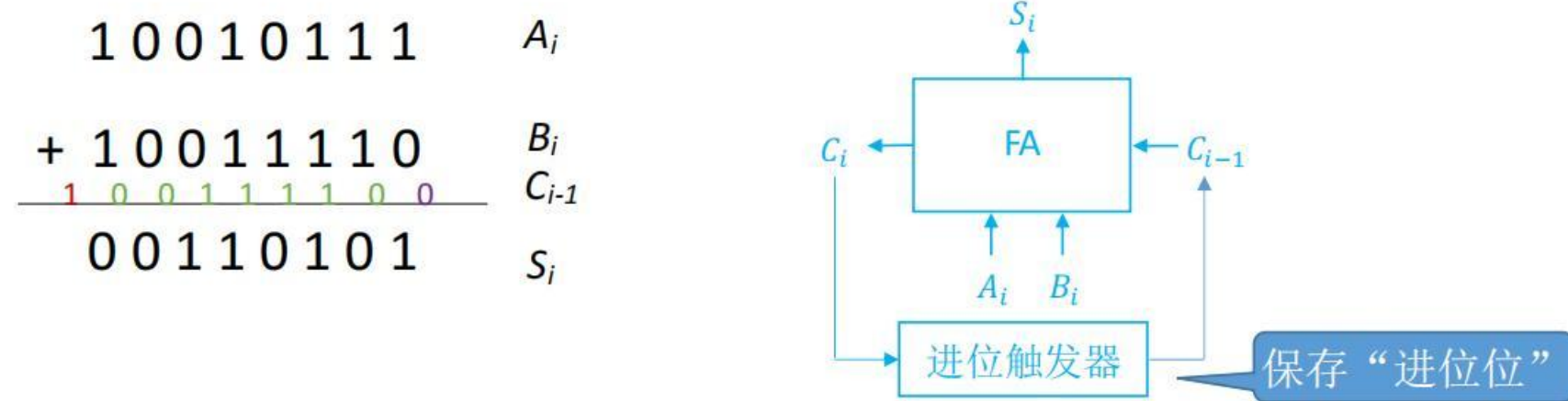


一位全加器 (FA, full adder)

王道考研/CSKAOYAN.COM

10

## 串行加法器



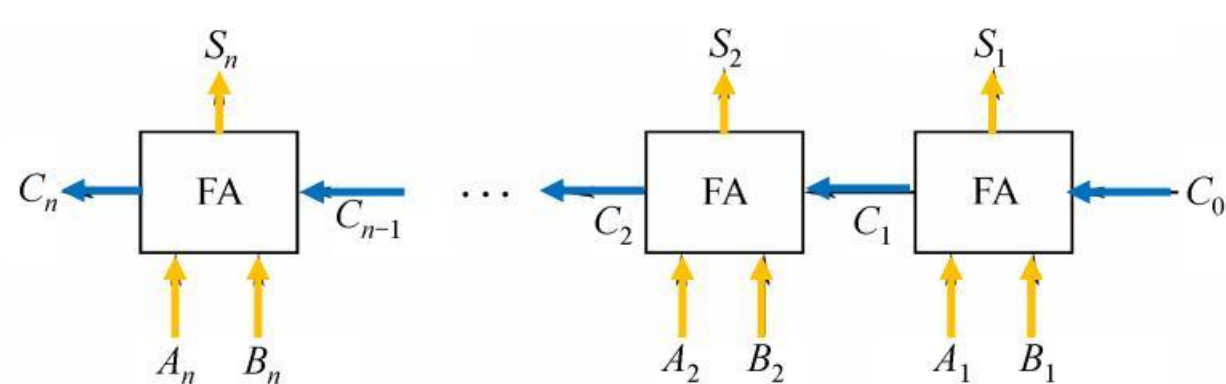
**串行加法器**：只有一个全加器，数据逐位串行送入加法器中进行运算。进位触发器用来寄存进位信号，以便参与下一次运算。

如果操作数长 $n$ 位，加法就要分 $n$ 次进行，每次产生一位和，并且串行逐位地送回寄存器。

王道考研/CSKAOYAN.COM

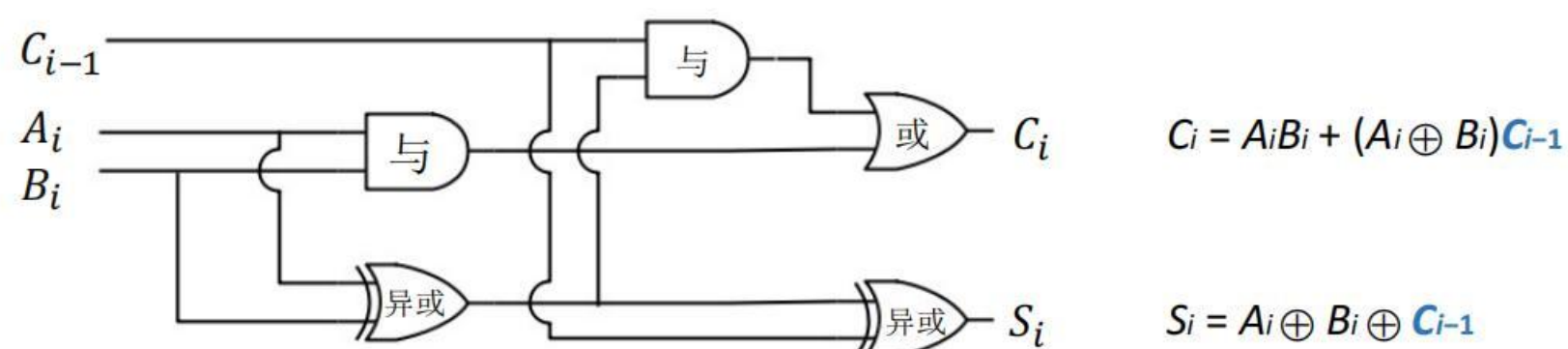
11

## 并行加法器



**串行进位的并行加法器**：把 $n$ 个全加器串接起来，就可进行两个 $n$ 位数的相加。

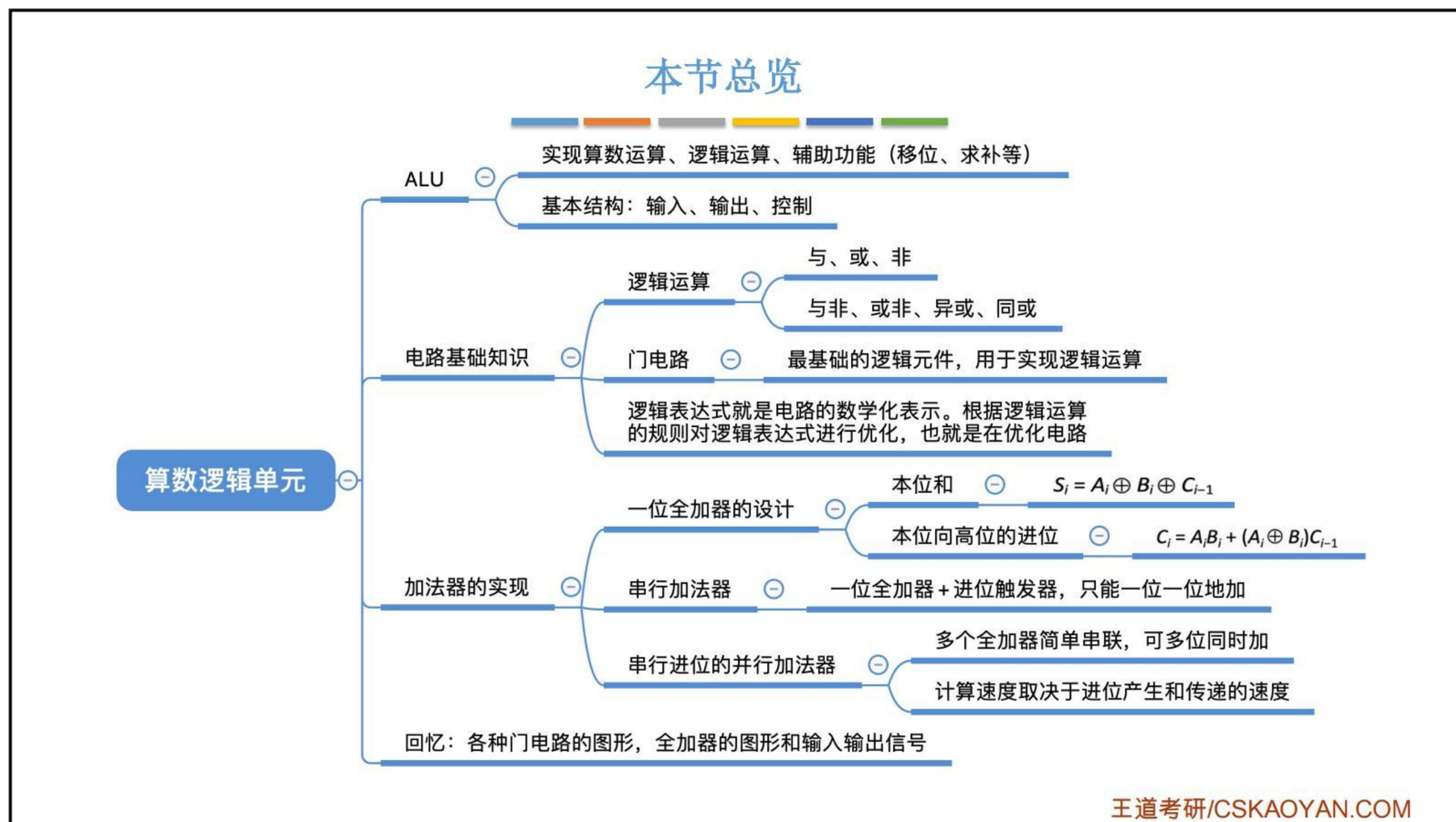
串行进位又称为行波进位，每一级进位直接依赖于前一级的进位，即进位信号是逐级形成的。



王道考研/CSKAOYAN.COM

12





13



@王道论坛



@王道计算机考研备考  
@王道咸鱼老师-计算机考研  
@王道楼楼老师-计算机考研



@王道计算机考研



@王道计算机考研



@王道计算机考研



@王道在线

14